

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГАЗОВЫЕ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 4 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 128,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>8 семестр - 1,2 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Паршин В.А.
	Идентификатор	R683b30a4-ParshinVA-d4b11303

В.А. Паршин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ лазерной техники и принципов работы газовых и твердотельных лазеров.

### Задачи дисциплины

- освоение физических основ работы газовых и твердотельных лазеров;
- изучение роли газовых и твердотельных лазеров в современной науке и технике.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 способен обеспечивать проектирование и сопровождение производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен обеспечивать проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, вести организационно-управленческое сопровождение	знать: - методики диагностики излучения газовых лазеров с учётом современных тенденций развития приборов квантовой электроники; - основные характеристики газовых и твердотельных лазеров.  уметь: - использовать современные стандартизованные методики проведения исследований параметров и характеристик газовых лазеров; - проводить стандартные операции в ходе исследований параметров и характеристик твердотельных лазеров.
ПК-1 способен обеспечивать проектирование и сопровождение производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Способен осуществлять разработку технологических процессов и технической документации на изготовление оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Компьютерная фотоника (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общая классификация газовых лазеров. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.	27.9	8	1.7	-	1.0	-	0.4	-	0.2	-	24.6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общая классификация газовых лазеров. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 27-54 [4], стр. 5-20</p>
1.1	Общая классификация газовых лазеров.	13.9		0.8	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12.3	-	
1.2	Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.	14.0		0.9	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12.3	-	
2	Газоразрядные лазеры	42.0		2.7	-	1.2	-	0.6	-	0.6	-	36.9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Газоразрядные лазеры" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 83-93</p>
2.1	Газоразрядные лазеры на атомных переходах	14.0		0.9	-	0.4	-	0.2	-	0.2	-	12.3	-	
2.2	Газоразрядные лазеры на ионных переходах	14.0		0.9	-	0.4	-	0.2	-	0.2	-	12.3	-	
2.3	Лазеры на колебательно-вращательных переходах молекул	14.0		0.9	-	0.4	-	0.2	-	0.2	-	12.3	-	
3	Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Режимы работы твердотельных лазеров.	27.9		1.8	-	0.8	-	0.4	-	0.2	-	24.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Режимы работы твердотельных лазеров." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>

3.1	Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Трехуровневые и четырехуровневые среды.	14.0	0.9	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	12.4	-	[4], стр. 25-43 [5], стр. 57-72
3.2	Режимы работы твердотельных лазеров. Способы активной и пассивной модуляции добротности	13.9	0.9	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	12.3	-	
4	Оптические источники накачки. Оптические элементы твердотельных лазеров.	28.0	1.8	-	1.0	-	0.4	-	0.2	-	24.6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Оптические источники накачки. Оптические элементы твердотельных лазеров."
4.1	Газоразрядные лампы накачки. Диодные системы накачки.	14.0	0.9	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12.3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.2	Оптические элементы твердотельных лазеров. Управление пространственными и спектральными параметрами лазеров.	14.0	0.9	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	12.3	-	[1], стр. 23-35 [2], стр. 227-235
	Зачет с оценкой	18.2	-	-	-	-	0.2	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>4.0</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>110.8</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>4.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>128.5</b>				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общая классификация газовых лазеров. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.

##### 1.1. Общая классификация газовых лазеров.

История развития газовых лазеров.. Значение газовых лазеров в науке и технике.. Блок-схема лазера и принцип его работы.. Виды накачки в газовых лазерах..

##### 1.2. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.

Условия создания инверсной среды.. Состояние активной среды в газоразрядных лазерах (ГРЛ) и основные параметры, характеризующие его.. Резонаторы, используемые в ГРЛ.. Основные параметры резонаторов.. Формирование спектра излучения ГРЛ.. Основное условие самовозбуждения ГРЛ.. Дополнительное условие генерации.. Явление линейного и нелинейного затягивания частоты генерации.. Многомодовый режим генерации.. Одномодовый режим генерации. Условия его реализации.. Одночастотный режим генерации и способы его реализации..

#### 2. Газоразрядные лазеры

##### 2.1. Газоразрядные лазеры на атомных переходах

Гелий-неоновый лазер (ГНЛ).. Механизм создания инверсной среды в ГНЛ.. Конкуренция лазерных переходов и способы борьбы с ней.. Модельный ряд промышленных ГНЛ и их основные параметры..

##### 2.2. Газоразрядные лазеры на ионных переходах

Ионные лазеры непрерывного действия на переходах ионов инертных газов, а также ионов металлов и металлоидов, находящихся в парообразном состоянии.. Аргоновый ионный лазер.. Механизм создания инверсии.. Аргоновые лазеры с кварцевым разрядным каналом, с разрядным каналом из бериллиевой керамики и графитовым разрядным каналом.. Модельный ряд промышленных ионных лазеров и их основные параметры.. Срок службы ионных лазеров, и пути его увеличения..

##### 2.3. Лазеры на колебательно-вращательных переходах молекул

Газоразрядный молекулярный лазер непрерывного действия на смеси углекислого газа и азота.. Механизм создания в нем инверсной среды.. Особенности конструкции.. Газодинамический лазер (ГДЛ) на смеси углекислого газа и азота.. Основные характеристики ГДЛ..

#### 3. Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Режимы работы твердотельных лазеров.

3.1. Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Трехуровневые и четырехуровневые среды.

Из истории создания твердотельных лазеров.. Спектр поглощения.. Оптическая накачка твердотельных лазеров.. Пороговая инверсная населенность.. Трехуровневые и четырехуровневые среды. Уравнения для населенности возбужденных состояний.. Основные активные среды твердотельных лазеров.. Кристалл иттрий-алюминиевого граната с неодимом.. Стекло с неодимом.. Кристалл иттриевого ванадата с неодимом.. Кристалл рубина.. Кристалл александрита.. Кристалл сапфира с титаном.. Щелочно-галогенидные кристаллы с центрами окраски..

3.2. Режимы работы твердотельных лазеров. Способы активной и пассивной модуляции добротности

Непрерывный, моноимпульсный, импульсно-периодический режим.. Модуляция добротности при помощи электрооптического затвора.. Модуляция добротности при помощи акустооптического затвора.. Пассивная модуляция добротности.. Синхронизация мод твердотельных лазеров.. Способы синхронизации мод.. Компенсация материальной дисперсии в твердотельных лазерах..

#### 4. Оптические источники накачки. Оптические элементы твердотельных лазеров.

4.1. Газоразрядные лампы накачки. Диодные системы накачки.

Ксеноновые, криптоновые лампы накачки.. Диодные системы накачки.. Поперечная и продольная схема..

4.2. Оптические элементы твердотельных лазеров. Управление пространственными и спектральными параметрами лазеров.

Внутрирезонаторные элементы для управления спектральными и пространственными параметрами лазеров.. Нелинейное преобразование частоты излучения твердотельных лазеров..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Оптические элементы твердотельных лазеров;
2. Твердотельные лазеры;
3. Газоразрядные лазеры;
4. Создание активной среды и резонаторы газовых лазеров.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общая классификация газовых лазеров. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Газоразрядные лазеры"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Режимы работы твердотельных лазеров."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптические источники накачки. Оптические элементы твердотельных лазеров."

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные характеристики газовых и твердотельных лазеров	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+	+	Тестирование/Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред
методики диагностики излучения газовых лазеров с учётом современных тенденций развития приборов квантовой электроники	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+				Тестирование/Общая классификация газовых лазеров и создание активной среды
<b>Уметь:</b>						
проводить стандартные операции в ходе исследований параметров и характеристик твердотельных лазеров	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+	+	Контрольная работа/Оптические элементы твердотельных лазеров
использовать современные стандартизованные методики проведения исследований параметров и характеристик газовых лазеров	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+			Контрольная работа/Газоразрядные лазеры

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Газоразрядные лазеры (Контрольная работа)
2. Общая классификация газовых лазеров и создание активной среды (Тестирование)
3. Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Оптические элементы твердотельных лазеров (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Зубов, В. А. Физика лазеров : учебное пособие по курсам "Квантовая и оптическая электроника", "Квантовые источники излучения" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. А. Зубов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 92 с. – К 100-летию со дня рождения профессора В. А. Фабриканта. – ISBN 978-5-383-00075-5.;
2. Айхлер, Ю. Лазеры. Исполнение, управление, применение : пер. с нем. / Ю. Айхлер, Г. И. Айхлер. – М. : Техносфера, 2012. – 496 с. – (Мир физики и техники). – ISBN 978-5-94836-309-7.;
3. Н. В. Карлов- "Лекции по квантовой электронике", Издательство: "Наука", Москва, 1988 - (322 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45404>;
4. Источники лазерного излучения : задачник по направлению "Электроника и наноэлектроника" / В. В. Близнюк, П. Г. Зверев, О. И. Коваль, В. А. Паршин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 46 с. – ISBN 978-5-7046-1692-4.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10312>;
5. Ищенко, Е. Ф. Учебное пособие по курсу "Расчет и проектирование лазерных систем": Элементы расчета и проектирования лазерных систем / Е. Ф. Ищенко, Г. С. Рамазанова, Б. Н. Семенов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ). – М. : Изд-во МЭИ, 1988. – 76 с..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер

		персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Газовые и твердотельные лазеры

(название дисциплины)

## 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Общая классификация газовых лазеров и создание активной среды (Тестирование)

КМ-2 Газоразрядные лазеры (Контрольная работа)

КМ-3 Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред (Тестирование)

КМ-4 Оптические элементы твердотельных лазеров (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Общая классификация газовых лазеров. Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.					
1.1	Общая классификация газовых лазеров.		+			
1.2	Создание активной среды. Резонаторы. Спектр излучения и режимы генерации.		+			
2	Газоразрядные лазеры					
2.1	Газоразрядные лазеры на атомных переходах			+		
2.2	Газоразрядные лазеры на ионных переходах			+		
2.3	Лазеры на колебательно-вращательных переходах молекул			+		
3	Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Режимы работы твердотельных лазеров.					
3.1	Основные характеристики твердотельных лазерных активных сред. Трехуровневые и четырехуровневые среды.				+	+
3.2	Режимы работы твердотельных лазеров. Способы активной и пассивной модуляции добротности					+
4	Оптические источники накачки. Оптические элементы твердотельных лазеров.					
4.1	Газоразрядные лампы накачки. Диодные системы накачки.				+	
4.2	Оптические элементы твердотельных лазеров. Управление пространственными и спектральными параметрами лазеров.				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

